

THESIS

MUNICH

1964

Innervation des M. cricothyreoideus
und der Articulatio cricothyreoidea

LANE MEDICAL LIBRARY OF
STANFORD UNIVERSITY
300 PASTEUR
PALO ALTO, CALIFORNIA

von

PETER SEIDEL

München 1964

Aus dem Anatomischen Institut der Universität München

Direktor Professor Dr. med. T. von Lanz

Innervation des M.cricothyreoideus
und der Articulatio cricothyreoidea.

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin
verfasst und einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von Peter Seidel

München

1963

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der
Universität München

Berichterstatter: Professor Dr. A. Mayet

Mitberichterstatter: Professor Dr. T. von Lanz

Dekan: Professor Dr. R. Bachmann

Tag der mündlichen Prüfung: 4. 2. 1964

Herrn Professor Josef Wallraff
zum 60. Geburtstag gewidmet.



Digitized by the Internet Archive
in 2026

Innervation des M.cricothyreoideus und der Articulatio cricothyreoidea. ¹⁾

Einleitung:

Die nervöse Steuerung des Stimmapparates ist für seine Funktion von großer Bedeutung. Ähnlich den Augenmuskeln sind die Muskeln des Kehlkopfes ein einheitliches System. Dessen Einzelglieder können in Bezug auf Länge und Spannung in vollkommenster Weise aufeinander abgestimmt werden. Es handelt sich dabei vorwiegend um ein reflektorisches Geschehen. Einmal sind fremdreflektorische Einflüsse wirksam. Das bedeutet, daß zur genauen Abstimmung der Muskelspannung und der damit verbundenen Möglichkeit, einen gewollten Ton rein zum Klingen zu bringen, die Kontrolle durch das Ohr notwendig ist. Und dann spielen vor allem eigenreflektorische Einwirkungen eine Rolle. Der propriozeptive Apparat in den Muskeln ermöglicht es ihnen, die Spannung den Erfordernissen genau anzupassen. Wir haben hier das Erscheinungsbild der Sensomotilität vor uns, die sich dadurch erklärt, daß "afferente, sensible Fasern motorische Zentren durch Einlangung von Erregungen beeinflussen" (P e r n k o p f). Die Beweglichkeit eines Muskels ist also nicht nur von der motorischen, sondern auch von seiner sensiblen Innervation abhängig.

¹⁾ Angeregt durch Herrn Professor Dr. A. Mayet, München.

Der Kehlkopf dient der Phonation und der Respiration. Wird er geschädigt, so leidet die Funktion darunter. Aus den eingangs dargelegten Ausführungen wird aber verständlich, daß bei Verletzungen der Kehlkopfnerven die Folgen besonders kraß sein werden. Es treten Stimmbandlähmungen auf, und dadurch kommt es zu Phonationsstörungen oder darüber hinaus zu Erstickungsgefahr bei Verschluß der Glottis. Der Arzt, der diesen Symptomen gegenübersteht, muß sich fragen, wie er ihnen begegnen kann. Er kann es zweifellos am besten bei genauer Kenntnis der Morphologie und der Physiologie der betreffenden Nerven. Aber gerade um diese Kenntnis bemühen sich Anatomen, Physiologen und Kliniker seit rund 100 Jahren, ohne daß bisher eine restlose Beantwortung aller offenstehenden Fragen möglich gewesen wäre. Dafür gibt es mancherlei Ursachen.

Die Erkenntnisse aus vielen exakten Arbeiten haben es als zweckmäßig erscheinen lassen, die Vorstellungen von dem einfachen und klaren Innervationsschema, wie es heute noch immer gelehrt wird, aufzugeben. Dieses besagt: Die motorische Innervation für den M. cricothyreoideus erfolgt durch den R. externus des oberen Kehlkopfnerven. Alle übrigen Muskeln des Stimmapparates werden über den N. recurrens vom N. laryngeus inferior versorgt. Die sensible Innervation des ganzen Kehlkopfinnenraumes wird durch den R. internus des N. laryngeus superior besorgt. Erst an der Grenze vom Kehlkopfunterstock zur Trachea beginnt das sensible Ver-

sorgungsgebiet des unteren Kehlkopfnerven. Da aber stets Verbindungen zwischen cranialem und caudalem N.laryngeus bestehen, kann der Faserverlauf präparatorisch nicht geklärt werden. Daher ergaben experimentelle Forschungen für die sensible Innervation ein vom oben angeführten Schema abweichendes Bild. Danach versorgt der R.internus die Schleimhaut nur bis zur Stimmritze, die untere Hälfte des Kehlkopfes ist dem N.laryngeus inferior zugeteilt.

Hier erschließt sich das Problem, warum es so schwierig ist, genaue Ergebnisse über die nervöse Versorgung des Larynx zu erhalten. Anatomische Untersuchungen sagen nichts Sicheres über die Funktion aus. Dazu kommt, daß gerade bei der Erforschung des Kehlkopfes physiologische Erkenntnisse, die aus dem Tierexperiment gewonnen wurden, nur beschränkten Wert haben. Wegen der andersartigen Innervation des tierischen Kehlkopfes dürfen Ergebnisse solcher Art nur mit Vorsicht auf den hochdifferenzierten Stimmapparat des Menschen übertragen werden. Auch von in der Klinik gewonnenen Einsichten kann man nicht ohne weiteres Rückschlüsse auf morphologische oder physiologische Gegebenheiten ziehen. Schließlich sind Experimente am Menschen selbst nur selten und dann in erlaubten Grenzen möglich. Alle diese Schwierigkeiten bringen es mit sich, daß heute, was die Innervation dieses für den Menschen so wichtigen Organs betrifft, immer noch viel mit Hypothesen gearbeitet werden muß.

Zur besseren Übersicht über die weiteren Ausführungen

seien an dieser Stelle bisher bekannte Befunde über die Verzweigung der beiden Kehlkopfnerven, soweit sie uns interessieren, kurz dargelegt (nach v o n L a n z - W a c h s m u t h): Der N.laryngeus superior teilt sich am oberen hinteren Rande des Kehlkopfgerüsts in einen R.internus und einen R.externus. Ersterer sendet seine Zweige zur Schleimhaut des Stimmapparates von der Epiglottis bis hinunter zum Hypopharynx. Ein Ästchen verbindet sich mit dem R.medialis des N.laryngeus inferior zur Ansa Galeni.

Der äußere Ast versorgt mit Rr.musculares den caudalen Schlundschnürrer und den M.cricothyreoideus. "Die sensiblen Fasern durchsetzen die Membrana cricothyreoidea und die inneren Muskeln und endigen rückläufig in der Schleimhaut der ventralen Hälfte der Stimmlippe (L u s c h k a) und des subglottischen Raumes (P o i r i e r - C h a r p y , Q u a i n , R o u v i è r e , T e s t u t - J a c o b). Beim Durchtritt zwischen M.cricoarytaenoideus lateralis und M.thyreoarytaenoideus entsendet der Schleimhautnerv eine feine Anastomose zu einem Ästchen des N.laryngeus caudalis. Die Anastomose des R.externus zu diesem Nerven kann fehlen. Sie kann durch eine solche des R.internus ersetzt sein (E l z e)".

Der untere Kehlkopfnerve ist die direkte Fortsetzung des N.recurrens und teilt sich bei seinem Eintritt in den Larynx in einen R.posterior und einen R.anterior. Ersterer innerviert den M.cricoarytaenoideus posterior und den M.arytaenoideus. Im M.arytaenoideus und auf ihm, direkt unter der

Schleimhaut, vereinigt sich je ein Zweig des R.posterior des caudalen N.laryngeus mit dem R.internus des oberen Kehlkopfnerven.

Der R.anterior versorgt den M.cricoaerytaenoideus lateralis und den M.thyreoaerytaenoideus mit seinem lateralen und medialen (M.vocalis) Anteil motorisch. Sensible Äste gehen zur Schleimhaut des Kehlkopfunterstockes und greifen auf Trachea, Oesophagus und Hypopharynx über.

"Mit feinen sensiblen Fasern versorgt der caudale Kehlkopfnerv auch die beiden Gelenke des Larynx (R ü d i n g e r). Selten ist der M.cricothyreoideus zusätzlich vom N.laryngeus inferior innerviert. Das kollaterale Muskelästchen tritt in den Muskel unterflächig ein (H e n l e , M a y e t)".

Da, wie bereits angedeutet, in dem Mosaik der Kehlkopfnervenmorphologie noch immer Bausteine fehlen, andererseits eine funktionelle Deutung solange unmöglich ist wie es dem Gesamtbild noch der Vollständigkeit ermangelt, soll es der Sinn unserer Untersuchungen sein, eine Reihe von makroskopisch anatomischen Gegebenheiten aufzuzeigen, die die Innervation der Articulatio cricothyreoidea, des äußeren Stimmbandspanners aus dem caudalen Kehlkopfnerven und die Anastomosen zwischen dem R.externus des cranialen Kehlkopfnerven und dem N.laryngeus inferior betreffen. Gleichzeitig hoffen wir, daß dadurch Voraussetzungen für weitere physiologische und klinische Forschungen geschaffen werden.

Material und Methode:

Die Untersuchungen wurden an in Formol fixierten Präparaten von Kehlköpfen Erwachsener beiderlei Geschlechts vorgenommen. Die Ergebnisse dieser Arbeit resultieren aus einem Material von 50 mit Präpariernadel und Pinzette präparierten Kehlkopfhälften. Da die darzustellenden Nervenästchen sehr fein waren, mußte eine Lupe (Vergrößerung 2 x) zu Hilfe genommen werden.

Die Präparation ging vom N.laryngeus inferior aus. Dieser wurde medial vom Cornu cricoideum des Schildknorpels an seiner Eintrittsstelle in den Kehlkopf aufgesucht. Um den Zugang zu den beiden Hauptästen des Nerven zu ermöglichen, war es erforderlich, die Lamina thyreoidea über dem Recessus piriformis zu entfernen. Zunächst erschien es angebracht, den R.posterior des caudalen Kehlkopfnerven unter seinem Schutzpolster, dem hinteren Stellmuskel, zu präparieren, um etwa von ihm ausgehende Gelenk- und Muskeläste zu erfassen. Daher wurde der M.cricoarytaenoideus posterior an seinem Ursprung durchgeschnitten, vorsichtig von der Lamina des Ringknorpels gegen seinen Ansatz hin abgelöst und später nach Auffindung von Nervenästen zur Erleichterung des weiteren Vorgehens entfernt.

Die Präparation des R.anterior, der in der Rinne zwischen Ringknorpelplatte und Schildknorpel verläuft, gestaltet sich, da er von dichtem Bindegewebe und Gefäßen umgeben ist, nicht einfach. Zuerst stellt man, falls vorhanden, den Gelenkast

dar. Ist dieses geschehen, so wird im Cricothyreoidealgelenk exarticuliert. Dann läßt sich die Schildknorpelplatte vom Ringknorpel durch gelinden Druck abheben. Mit fortschreitender Präparation kann man, da mit der Entfernung des Faserfilzes im Bereich des Recessus piriformis die Fixation der beiden Knorpel aneinander geringer wird, genügend Raum gewinnen und vom R.anterior nach lateral verlaufende Ästchen präparieren, welche in den M.cricothyreoideus unterflächig eintreten.

Um Verbindungen dieser Ästchen mit dem R.externus des cranialen Kehlkopfnerve durch den Muskel hindurch sicher zu erfassen, empfiehlt es sich, jetzt den Eintritt des R.externus nervi laryngei superioris in den M.cricothyreoideus darzustellen. Entfernt man danach das Cornu cricoideum und einen Teil des dorsalen Schildknorpelrandes, so läßt sich eine vorhandene Anastomose finden, indem man den caudalen Teil des Muskels Faserbündel für Faserbündel abträgt, bis die sich verbindenden Äste in ihrem ganzen Verlauf offen daliegen.

Von der Anastomose aus nach medial zum M.vocalis hin wurde schließlich in mehreren Fällen ein dünner Nervenast verfolgt. Er ließ sich zunächst bis zum Eintritt in den M.cricothyreoideus lateralis und den M.thyreoarytaenoideus gut präparieren. Zur besseren Darstellung der feineren Verzweigungen mußte zum Abschluß der Präparation jeweils die dorsale Hälfte des M.vocalis durch einen zum Stimmband und den Muskelfasern parallel verlaufenden Schnitt gespalten werden.

Ergebnisse:

In Übereinstimmung mit R ü d i n g e r , der beschreibt, daß bisweilen sensible Fäden des N.laryngeus inferior an ganz bestimmten Stellen in die Kapseln der Kehlkopfgelenke eintreten, konnte für die Articulatio cricothyreoidea in 35 von 50 Fällen eine Innervation dargestellt werden (Abb. 1 - 4, 6, 7, 9 - 13, 15). Bei der Mehrzahl der Präparate, nämlich 22mal, wird das Gelenk aus dem R.anterior des caudalen Kehlkopfnerven innerviert (Abb. 1, 3, 6, 9). An 12 Präparaten entspringt der Gelenkast jeweils aus einem Nervenästchen, das in der kleineren Zahl der Fälle vom R.anterior zur inneren Fläche des M.cricothyreoideus zieht (Abb. 2), häufiger jedoch zwischen R.anterior und dem R.externus des oberen Kehlkopfnerven verläuft, und zwar durch den M.cricothyreoideus hindurch (Abb. 4, 7, 10, 13, 15). Nur in einem Fall ist der R.posterior nervi laryngei inferioris Ausgangspunkt der Innervation des Gelenkes (Abb. 11).

Die Ursprungstellen der aus dem R.anterior abgehenden Ästchen sind variabel. Man findet sie von caudal nach cranial zwischen dem Cornu cricoideum des Schildknorpels und dem Oberrand des M.cricoarytaenoideus lateralis in verschiedener Höhe. In einem Fall geht die Gelenkinnervation von einem der Rr.musculares für den M.cricoarytaenoideus lateralis ab (Abb. 12). Alle Ästchen verlaufen in Richtung Gelenkkapsel und treten in sie stets von cranial oder etwas von ventral her ein. Selten findet man zwei parallel ziehende, voneinander unabhängige Rr.articulares (Abb. 1).



Abb. 1. Zwei Rr. articulares aus dem R. anterior ni. laryngei inferioris.

Eine Anzahl von Gelenkästchen nimmt ihren Ausgang von dem Nervenast, der in Richtung Unterfläche des M. cricothyreoideus zieht. Da dieser entweder direkt durch die Gelenkkapsel oder unmittelbar darüber hinweg läuft, liegt es nahe, daß kleine, kurze Rr. articulares abgegeben werden (Abb. 7, 13, 15). Aber auch wenn der beschriebene Nerv nicht in nächster Nähe der Kapsel vorbeizieht, gibt er feine Zweige ab, die, wie oben erwähnt, von cranial oder etwas von ventral in das Gelenk eintreten (Abb. 2, 4, 10).

Auch der vom R. posterior kommende Gelenkast verläuft in der beschriebenen Weise (Abb. 11).

Die Stärke der Gelenknerven ist unterschiedlich. Dünne Fasern sind auf ihrem Weg durch die Kapsel selten bis unmittelbar an den Rand der überknorpelten Gelenkflächen zu verfolgen, was bei stärkeren Zweigen ohne weiteres gelingt. Letztere spalten sich manchmal teils vor dem Eintritt in die Kapsel, teils in ihr in zwei Endästchen auf. Eines von diesen wiederum endet dann einfach oder geteilt im Perichondrium der Gelenkknorpel, das andere verliert sich im Kapselgewebe.

In den bisherigen Ausführungen wurde mehrmals von einem Nervenast gesprochen, der sich zwischen R. anterior des N. laryngeus inferior und der Hinterfläche des M. cricothyreoideus erstreckt. H e n l e gibt an, daß der äußere Stimmbandspanner selten auch eine Innervation vom caudalen Kehlkopfnerve erhält, die unterflächig in den Muskel ein-

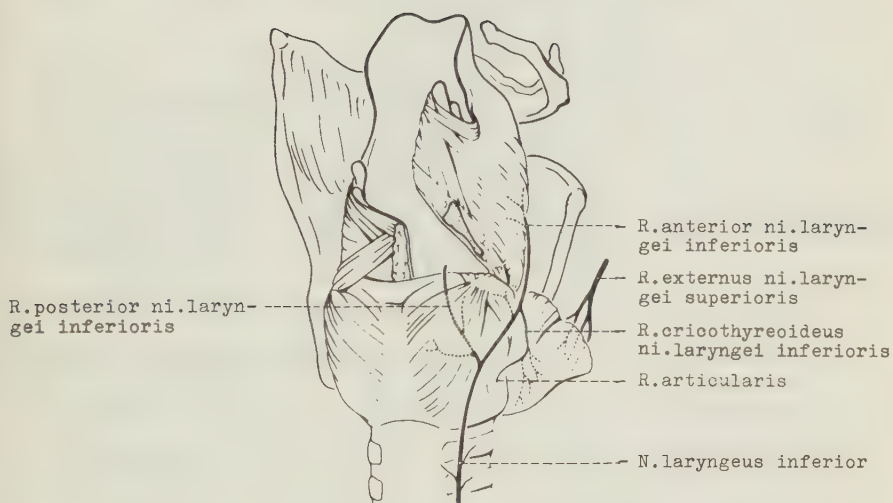


Abb. 2. R. cricothyreoideus ni. laryngei inferioris.
R. articularis aus dem R. cricothyreoideus.

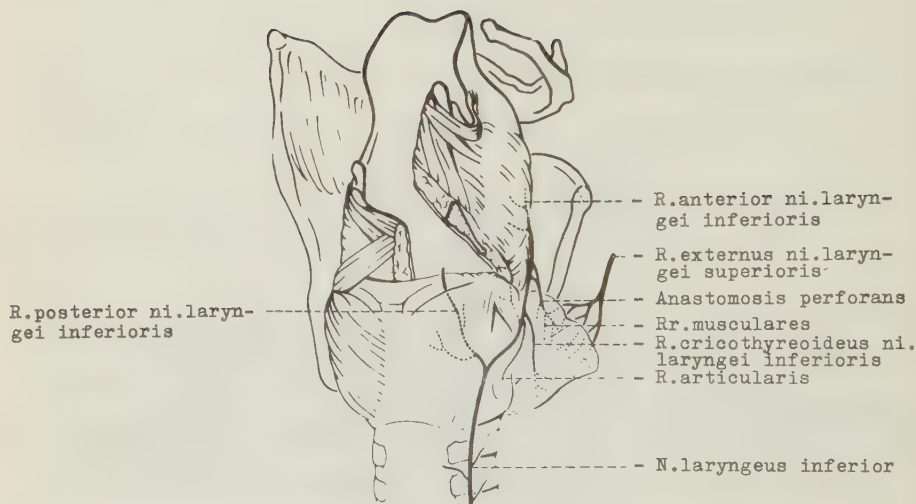


Abb. . Anastomosis perforans mit Rr.musculares.
 R.cricothyreoideus ni.laryngei inferioris.
 R.articularis aus dem R.anterior ni.laryngei inferioris.

tritt. In neuerer Zeit hat M a y e t diese Angaben überprüft. Er fand bei 10 Präparaten dreimal einen Ast, welcher, vom N.laryngeus inferior ausgehend, in der inneren Schicht des M.cricothyreoides endete.

Bei unseren Untersuchungen konnten wir bestätigen, daß eine zusätzliche, kollaterale Innervation des erwähnten Muskels aus dem unteren Kehlkopfnerven vorkommt. Wir fanden sie 9mal bei 50 Fällen (Abb. 2, 3). An einem Präparat wurde ein Gelenkästchen von dem erwähnten Muskelast abgegeben (Abb. 2). Für diesen Ast schlagen wir die Bezeichnung " R. c r i c o t h y r e o i d e u s n e r v i l a r y n g e i i n f e r i o r i s " vor.

Dieser R.cricothyreoides verläßt den R.anterior des caudalen Kehlkopfnerven stets in Höhe des M.cricoarytae-noideus lateralis. Der nicht allzu feine Ast entspringt teilweise mit zwei Wurzeln, läuft dann aber unpaar durch den starken Faserfilz zwischen Schild- und Ringknorpel nach lateral und tritt von hinten in den äußeren Spannungsmuskel ein, um sich sogleich stark zu verzweigen (Abb. 2, 3). Es fällt auf, daß die innere Schicht des M.cricothyreoides, die bisweilen mit den Muskeln des inneren Sphincters verbunden sein kann (P o i r i e r - C h a r p y), bei einigen dieser Fälle besonders gut ausgebildet ist.

"Die sensiblen Fasern des R.externus nervi laryngei superioris durchsetzen die Membran zwischen Schild- und

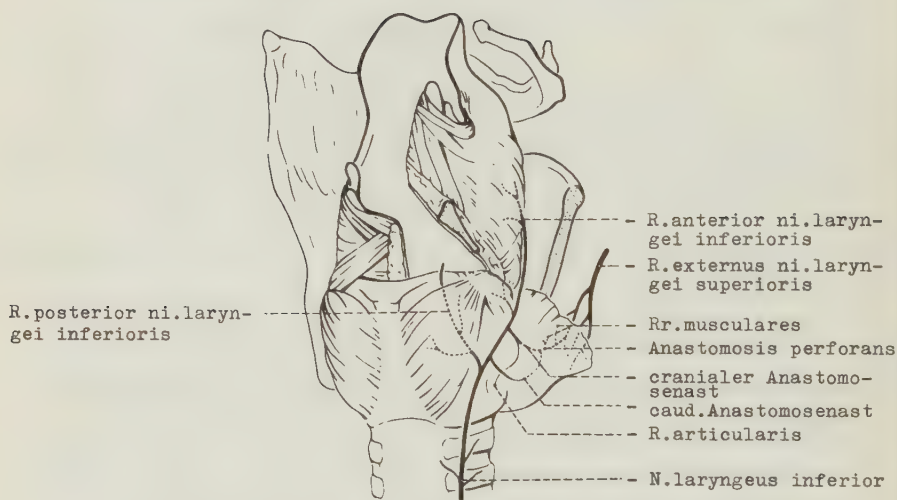


Abb. 4. Anastomosis perforans mit Rr.musculares. Die Anastomose spaltet sich im M.cricothyreoides in einen cranialen und caudalen Ast auf. R.articularis aus dem cranialen Ast der Anastomose.

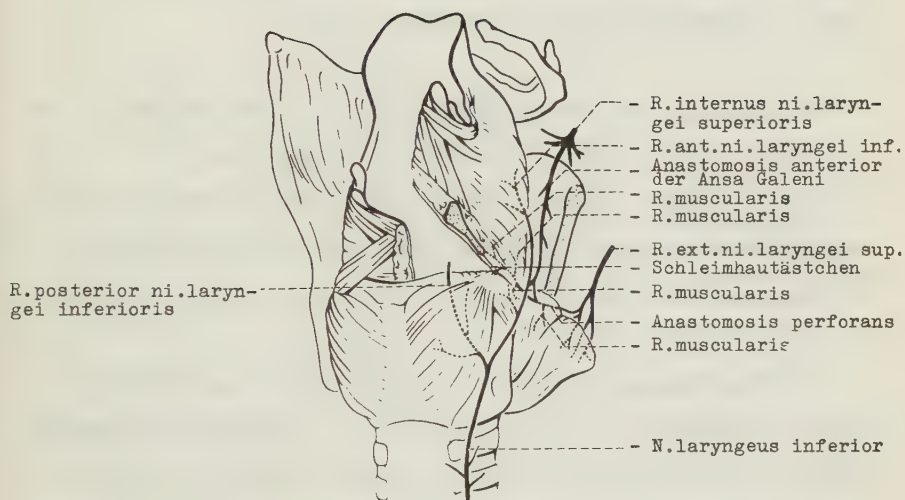


Abb. 5. Anastomosis perforans zwischen dem R. externus ni. laryngei superioris und der Anastomosis anterior der Ansa Galeni. Rr. musculares aus der Anastomosis perforans zum M. cricothyreoideus, M. cricocarytaenoideus lateralis, M. thyreoarytaenoideus und M. vocalis, außerdem zwei Schleimhautästchen zum Conus elasticus.

Ringknorpel und die inneren Muskeln. Sie endigen rückläufig in der Schleimhaut der ventralen Hälfte der Stimmlippe und des subglottischen Raumes. Der Schleimhautnerv entsendet eine feine Anastomose zu einem Ästchen des N.laryngeus inferior" (H e n l e). Nach E l z e kann die Anastomose des R.externus mit dem caudalen Kehlkopfnerve fehlen und durch einen Zweig des R.internus des N.laryngeus superior vertreten werden.

Wir haben diese Angaben überprüft und konnten bei 37 von 50 Fällen eine derartige Anastomose darstellen (Abb. 3 - 7, 9 - 15). Dagegen blieb einmal die Verbindung des die Cricothyreoidmembran durchbohrenden Ästchens mit dem caudalen N.laryngeus aus (Abb. 8).

Die Anastomosen zwischen oberem und unterem Kehlkopfnerve wurden von H o f f m a n n eingehend untersucht. Neben der bekannten klassischen Ansa Galeni gibt er zwei Varianten an, eine Anastomosis posterior und eine Anastomosis anterior. In jedem Falle handelt es sich dabei um Verbindungen des R.internus des cranialen Kehlkopfnerve mit dem N.laryngeus inferior. Bei unseren Untersuchungen ist aber ein Zusammenhang zwischen den beiden Nn.laryngei über den R.externus gegeben. Dennoch nehmen wir an, von einer weiteren Variation der Galenschen Anastomose sprechen zu können, da sich der Faserverlauf morphologisch ebensowenig auflösen läßt wie bei den oben genannten Formen, und da experimentell gegenteiliges noch nicht erwiesen ist. Weil

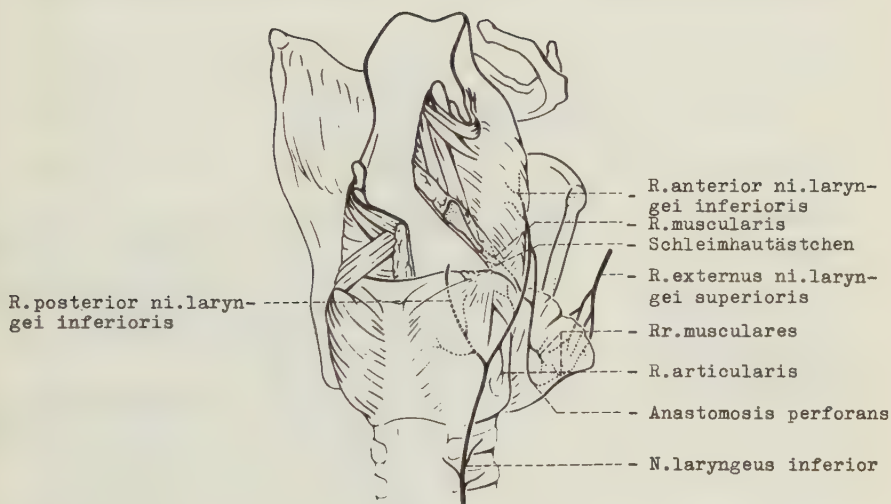


Abb. 6. Anastomosis perforans mit Rr.musculares zum M.cricothyreoideus und M.vocalis, außerdem zwei Schleimhautästchen zum Conus elasticus. R.articularis aus dem R.anterior ni.laryngei inferioris.

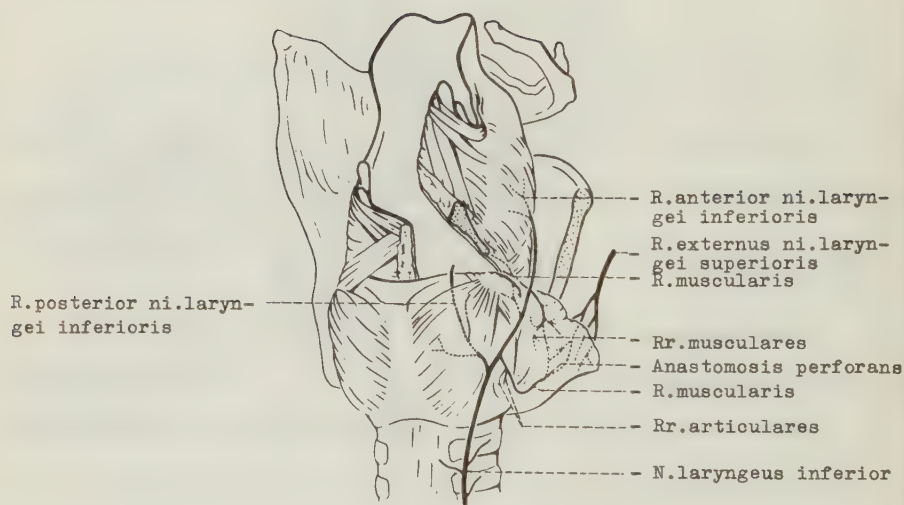


Abb. 7. Netzförmige Anastomosis perforans mit Rr.musculares zum M.cricothyreideus und M.vocalis. R.articularis aus der Anastomose.

besagte Anastomose von der Kehlkopfaußenfläche zum Innenraum des Larynx durchtritt, erscheint die Bezeichnung " A n a s t o m o s i s p e r f o r a n s " zweckmäßig.

Der R.anastomoticus entspringt aus einer der zahlreichen Verzweigungen des R.externus im M.cricothyreoideus. Er tritt aus der Hinterfläche des Muskels zwar in verschiedener Höhe aus, so gut wie immer aber im Bereich der Pars obliqua und nur extrem selten zwischen Pars obliqua und Pars recta. Oft verläßt dieser Ast den äußeren Stimmbandspanner so weit caudal, daß er vor der Kapsel der Articulatio cricothyreoidea, ihr direkt aufliegend oder zum Teil ihre Verstärkungsbänder durchsetzend, steil nach oben steigen muß, um so zum N.laryngeus inferior zu gelangen (Abb. 6). Nicht selten wählt die Anastomosis perforans aber auch den kürzesten Weg zwischen den beiden Kehlkopfnerven (Abb. 9). Vom unteren N.laryngeus ist in den meisten Fällen der R.anterior an der Verbindung beteiligt (Abb. 3, 4, 6, 7, 9 - 11, 13 [craniale Ansa], 14, 15), manchmal ersatzweise (Abb. 12) oder auch zusätzlich (Abb. 10) einer von dessen Muskelästen oder die Anastomosis anterior (Abb. 5). Der Ansatzpunkt des vom R.externus kommenden Ästchens am caudalen Kehlkopfnerven liegt sehr oft gegenüber dem M.cricoarytaenoideus lateralis, kann aber innerhalb der Grenzen zwischen dem Stimmritzen-erweiterer caudal und dem M.thyreoarytaenoideus cranial variieren. Bisweilen gabelt sich der anastomosierende Ast unmittelbar vor seiner Verbindung mit dem ventralen Zweig des N.laryngeus inferior (Abb. 3). Zweimal erfolgt die

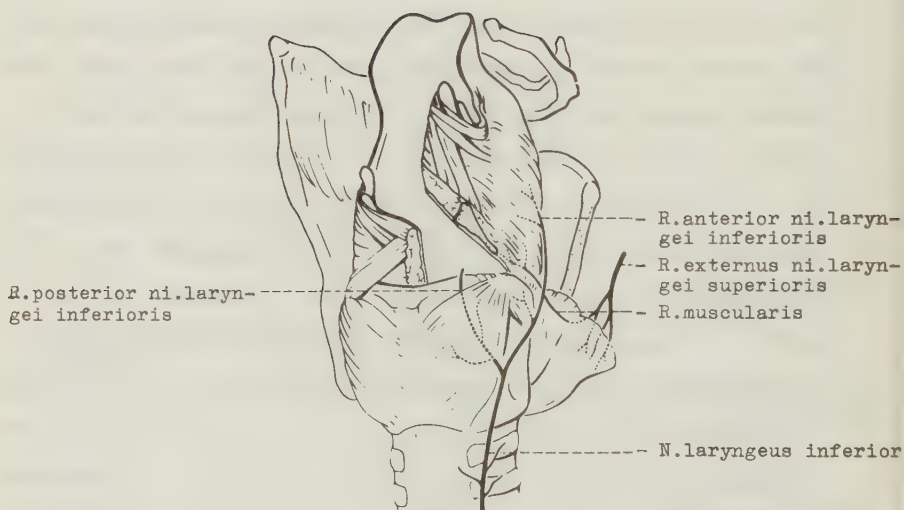


Abb. 8. R.muscularis zum M.thyreoarytaenoideus und M.vocalis.
 Der Muskelast entspringt vom R.externus ni.laryngei
 superioris und perforiert den M.cricothyreoideus.

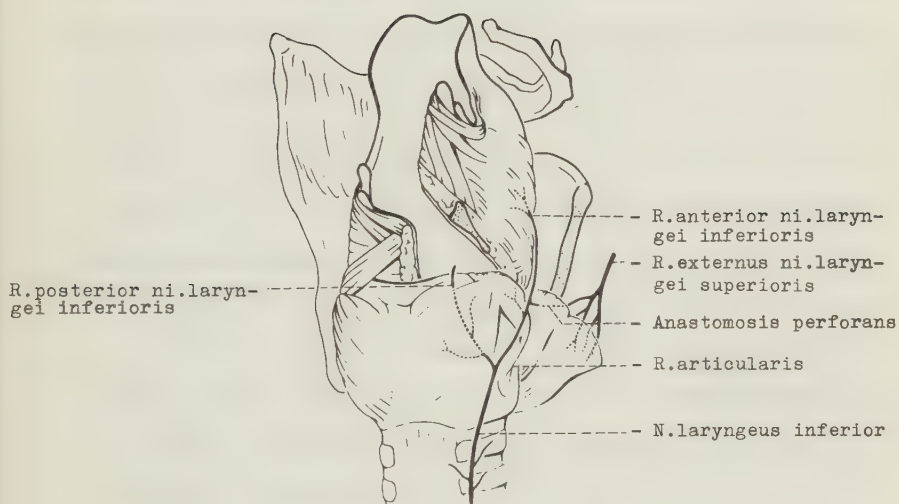


Abb. 9. Anastomosis perforans ohne Rr.musculares.
R.articularis aus dem R.anterior ni.laryngei inferioris.

Gabelung bereits im *M.cricothyreoideus*. Die beiden Nervenzweige setzen in diesen Fällen am *R.anterior* weit von einander entfernt an (Abb. 4).

Die *Anastomosis perforans*, deren Stärke recht unterschiedlich sein kann, zeigt in Bezug auf ihre Verzweigung mannigfaltige Erscheinungsformen. In allen 37 Fällen besteht zwar eine charakteristische Verbindung zwischen den beiden Kehlkopfnerfen, aber nur 9mal konnte bestätigt werden, daß der vom *R.externus* zum Kehlkopfinnenraum ziehende Nerv, indem er einen Teil seiner Fasern an den *N.laryngeus inferior* abgibt, zusätzlich unter dem *R.anterior* hinweg die inneren Muskeln durchsetzt (Abb. 5 - 7, 13). Dabei wurde 8mal von den die Muskeln durchbohrenden Ästen eine Innervation für die Schleimhaut des ventralen Abschnitts des Kehlkopfunterstockes abgegeben (Abb. 5, 6, 13). Die fast immer zwischen den beiden seitlichen Stimmritzenverengerern eindringenden Nervenzweige verlaufen völlig getrennt von den *Rr.musculares* des *R.anterior*, verzweigen sich und treten manchmal an den *M.cricoarytaenoideus lateralis* (Abb. 5, 13), immer aber an den *M.thyreoarytaenoideus* und den *M.vocalis* heran (Abb. 5 - 7, 13). Einmal fehlte der Ast zur Schleimhaut des subglottischen Raumes. In diesem Fall bildet die *Anastomosis perforans* ein dichtes Nervengeflecht im *M.cricothyreoideus*. Aus einem der Ästchen des Geflechtes, also nicht wie gewöhnlich aus dem Hauptstamm der Anastomose, entspringt zwar ein zu den inneren Muskeln ziehender kleiner Nerv, er endet aber im

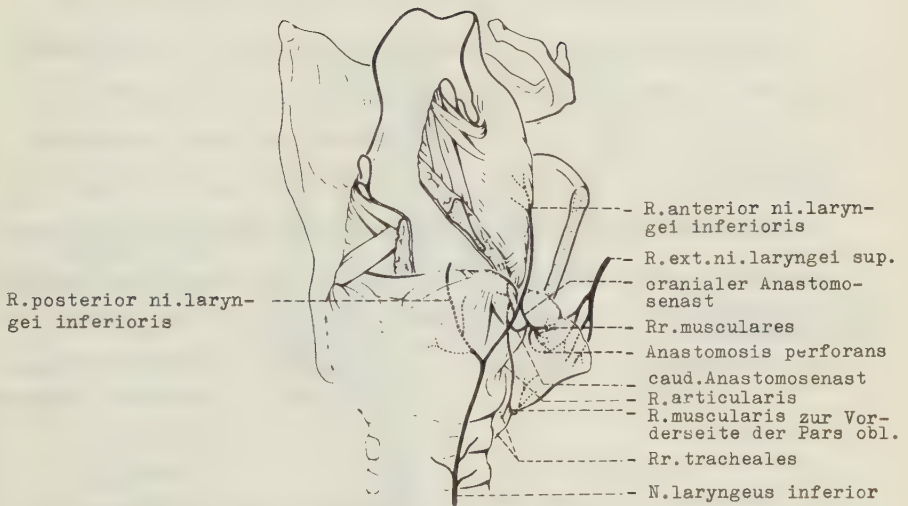


Abb. 10. Anastomosis perforans mit Rr. musculares. Die Anastomose spaltet sich in einen cranialen und caudalen Ast auf. Der caudale Ast setzt am R. muscularis ni. laryngei inferioris für den M. cricoarytaenoideus lateralis an. R. articularis aus dem caudalen Anastomosenast. R. muscularis zur Vorderseite der Pars obliqua des M. cricothyreoideus aus dem caudalen Anastomosenast. Rr. tracheales aus dem R. muscularis zur Vorderseite der Pars obliqua.

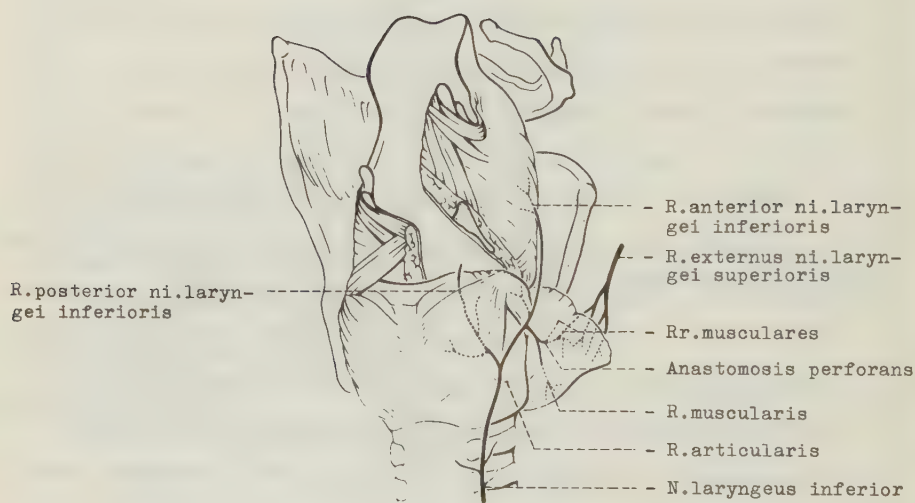


Abb. 11. Anastomosis perforans mit Rr.musculares.
 R.articularis aus einem R.muscularis
 ni.laryngei inferioris zum M.cricoaer-
 taenoides posterior.

M. vocalis (Abb. 7).

Ein einziges Mal verlief ein Zweig des R.externus zum M.vocalis, ohne mit dem caudalen Kehlkopfnerve zu anastomosieren. Auch in diesem Falle war kein Schleimhautast vorhanden (Abb. 8).

Es soll nicht unerwähnt bleiben, daß bis auf vier Ausnahmen (Abb. 9, 13 [craniale Ansa], 14 [caudale Ansa]) alle gefundenen Anastomosen auf ihrem Weg durch den M.cricothyreoideus Äste an ihn abgaben (Abb. 3 - 7, 10 - 12, 13 [caudale Ansa], 14 [craniale Ansa], 15). Morphologisch hebt sich folgendes heraus: Die Rr.musculares zum äußeren Stimmbandspanner können spärlich vorhanden sein, mitunter sieht man nur ein bis zwei Fäserchen (Abb. 5). Meistens werden jedoch viele Zweige in den Muskel entsandt (Abb. 12, 15).

In einigen Fällen kommt die Verbindung zwischen den beiden Nn.laryngei zustande, indem ein kurzer, starker Ast, gleich dem R.cricothyreoideus vom R.anterior ausgehend, unterflächlich in den Muskel eintritt, wo er sich sogeleich pinselförmig aufteilt und nur mit einer schwachen Faser zur Anastomosenbildung beiträgt (Abb. 10, 14). Bei einer anderen, selten vorkommenden Variante entspringt aus dem ventralen Zweig des unteren Kehlkopfnerve ein gedrungener Nervenstamm, welcher unmittelbar danach in zwei Anteile zerfällt, deren einer die Ansa aufbauen hilft, während

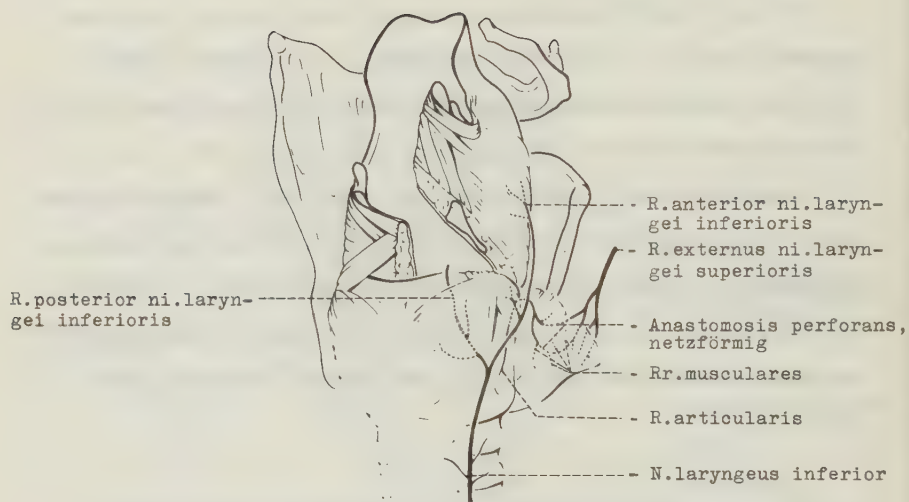


Abb. 12. Anastomosis perforans mit Rr.musculares, netzförmig. Ansatz der Anastomose am R.muscularis ni.laryngei inferioris zum M.cricoaerytaenoides lateralis. R.articularis aus dem R.muscularis ni.laryngei inferioris zum M.cricoaerytaenoides lateralis.

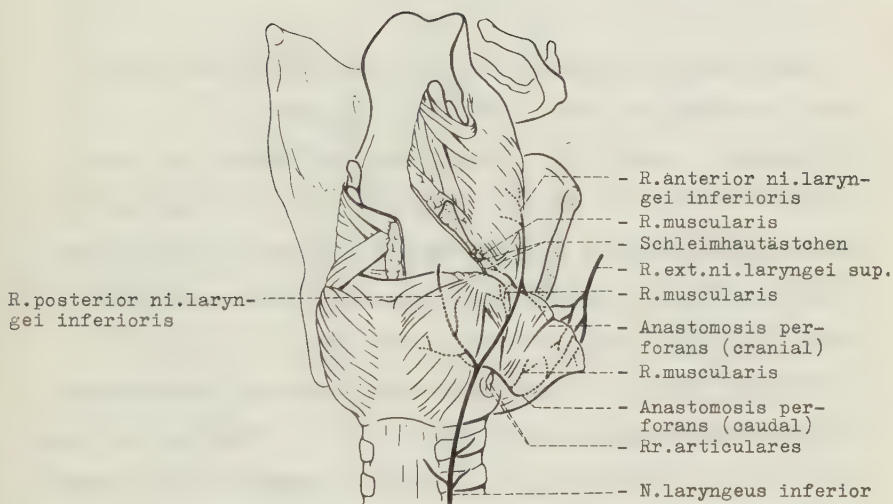


Abb. 13. Doppelte (craniale und caudale) Anastomosis perforans. Craniale Anastomose mit Rr.musculares zum M.cric-
 arytaenoideus lateralis und M.vocalis, außerdem drei
 Schleimhautästchen zum Conus elasticus. Caudale
 Anastomose mit R.muscularis zum M.cricothy-
 reoideus.
 Rr.articulares aus der caudalen Ansa.

der andere die tiefe Schicht des *M.cricothyreoideus* innerviert (Abb. 11). Zweimal laufen von der *Anastomosis perforans* um den Unterrand des äußeren Stimmbandspanners herum Äste zur Vorderfläche der *Pars obliqua* und versorgen diese. In einem Falle werden dabei dünne Fäserchen zur *Trachea* abgegeben (Abb. 10).

Andere Erscheinungsbilder der *Anastomosis perforans* sind netzförmige (Abb. 7, 12) und doppelte (Abb. 13 - 15) Schlingenbildungen. Sie wurden 17mal gefunden. Bei den ersteren handelt es sich um Aufgliederung des Hauptastes in zwei oder mehrere kleine Zweige, die auf verschiedenen Wegen den Muskel durchsetzen, dann aber alle wieder zu einem einzigen Nerven verschmelzen (Abb. 7, 12). Bei letzteren läuft ein *R.anastomoticus* meistens in Höhe des *M.thyreocarytaenoideus*, der andere etwa in Höhe der *Articulatio cricothyreoidea* (Abb. 13). Man begegnet im allgemeinen demselben Aufbau und derselben Verzweigung wie bei der unpaaren *Anastomosis perforans*. In einem Falle überkreuzen sich die beiden *Rr.anastomotici*, ohne miteinander in Verbindung zu treten (Abb. 14), in einem anderen schließen sie sich zu einem Netz zusammen, aus dem reichlich *Rr.musculares* zum *M.cricothyreoideus* abgehen, außerdem ein Ästchen zur *Trachea* (Abb. 15). Einmal verbindet sich der caudale Nerv einer doppelten Anastomose nicht wie gewöhnlich mit dem *R.anterior*, sondern mit dem *R.posterior* des *N.laryngeus inferior* (Abb. 13).

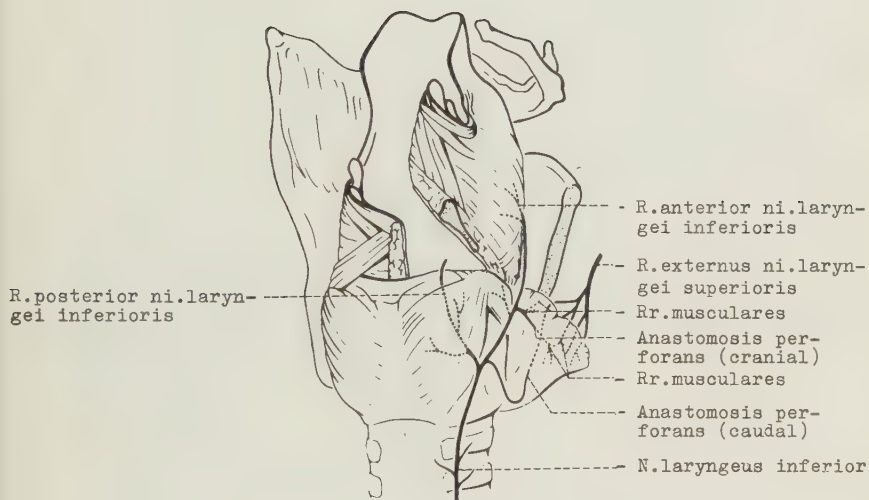


Abb. 14. Doppelte (craniale und caudale) Anastomosis perforans. Die beiden Ansae überkreuzen sich. Craniale Anastomose mit Rr. musculares. Caudale Anastomose ohne Rr. musculares.

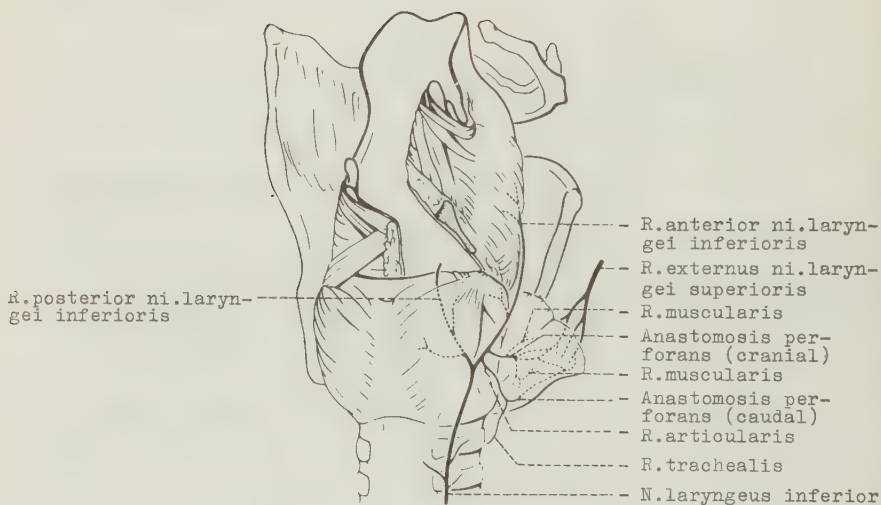


Abb. 15. Doppelte (craniale und caudale) Anastomosis perforans, netzförmig sich verbindend, mit Rr. musculares. R. articularis und R. trachealis aus der caudalen Anastomose.

Wenn in den bisher dargelegten Ausführungen versucht wurde, die Vielfalt der morphologischen Gegebenheiten einigermaßen in eine Ordnung einzufügen, dann nur deshalb, um im anschließenden Teil bei der Deutung der Befunde, soweit sie überhaupt möglich ist, nicht in uferlose Spekulationen zu verfallen. Das sei gesagt, weil nicht die Ansicht aufkeimen soll, eine Ramifikationsart des N.laryngeus inferior, etwa das Vorhandensein einer Anastomosis perforans, schließe eine andere, vielleicht das gleichzeitige Auftreten eines R.cricothyreoideus, aus. Die Nerven, von denen hier gesprochen wurde, können an demselben Präparat alle zusammen vertreten sein, aber es kann auch abwechselnd jeder von ihnen allein erscheinen. Dazwischen liegen viele Kombinationsmöglichkeiten.



Besprechung der Befunde:

Mit dem in den einleitenden Ausführungen angegebenen von L a g e t stammenden einfachen Innervationsschema des Kehlkopfes stehen viele durch Ausschaltung und Reizung der Kehlkopfnerven im Tierversuch festgestellte Tatsachen und klinische Beobachtungen am Menschen in Einklang. In nicht wenigen Fällen bestehen jedoch auch erhebliche Abweichungen der Forschungsergebnisse von diesem Schema. L u l l i e s führt sie vor allem darauf zurück, daß stets Verbindungen zwischen den beiden Nn.laryngei bestehen, die immer wieder die verschiedensten, sich nicht selten einander widersprechenden Resultate bedingen. Aus diesem Grund und anderen schon erwähnten Schwierigkeiten ist es fast unmöglich, die Faserzusammensetzung der einzelnen Kehlkopfnerven genau zu analysieren. Es fehlen immer noch die letzten Erkenntnisse über den R.internus nervi laryngei superioris, über den N.recurrens und schließlich auch über die Ansa Galeni selbst, deren Existenz das Problem der Kehlkopfnnervation so sehr kompliziert. Im folgenden soll ein kurzer Überblick über bisherige Ergebnisse bei der Erforschung einiger Nerven des Stimmapparates gegeben werden. Am Ende wollen wir dann fragen, wie weit unsere Untersuchungen mit diesen Ergebnissen übereinstimmen.

Allgemein gilt die Ansicht: der R.internus des oberen Kehlkopfnerven ist ein rein sensibler Ast. Man glaubt zu dieser Meinung auf Grund physiologischer Reizversuche

berechtigt zu sein, obwohl E l z e in Übereinstimmung mit den alten Anatomen präparatorisch nachgewiesen hat, daß der R.internus nicht, wie H e n l e und neuerdings L e m e r e meinen, die inneren Larynxmuskeln auf seinem Weg zur darunterliegenden Schleimhaut nur durchbohrt, sondern im Gegenteil Fasern an diese abgibt. Ein solcher scheinbarer morphologischer Widerspruch zu einer physiologischen Gegebenheit fordert eine Deutung.

Efferente und afferente Nervenfasern verlaufen in der Regel gemeinsam. Dennoch regte E l z e auf Grund der von E x n e r und seinen Schülern beobachteten Degeneration der Kehlkopfmuskeln nach Durchschneidung des N.laryngeus superior an, ob nicht vielleicht die Afferenzen getrennt von den efferenten Fasern laufen, nämlich jene im R.internus des oberen Kehlkopfnerven, diese im N.laryngeus inferior. Dann müßte aber auch, fügt E l z e hinzu, bei Lähmungen des cranialen N.laryngeus eine Störung der Stimmlippenbewegungen eintreten, weil die Sensomotilität beeinträchtigt würde. Diese Voraussage wird durch L u c h s i n g e r bestätigt. Er beschreibt, daß bei einseitiger Lähmung des N.laryngeus superior nach Strumaoperationen die Phonation in erheblichem Maße gestört ist. Das ist vor allem auf unzureichende Spannung des Stimmbandes infolge Ausfalls des M.cricothyreoideus zurückzuführen. Besonders ins Auge fällt aber die Unfähigkeit auch bei früher stimmlich geübten Personen, Töne genau nachzusingen. Dieses Unvermögen kann nach L u c h s i n g e r auch durch sorgfältigste Stimmübungen

nicht beseitigt werden. Das deutet, so meint L u l l i e s, darauf hin, daß zusätzlich der Ausfall der afferenten Fasern aus den übrigen Kehlkopfmuskeln eine Rolle spielt. Nur wenn die Afferenzen dieser Muskeln nicht mit den motorischen Fasern des N.recurrrens, sondern mit den sensiblen des R.internus nervi laryngei superioris verlaufen, kann der Zustand der "Ataxie" auch der restlichen Muskeln des Stimmapparates erklärt werden. Allerdings wird die Möglichkeit erwogen, daß die propriozeptiven Fasern vielleicht zum Teil über die Ansa Galeni vom N.laryngeus inferior zum oberen Kehlkopfnerve gelangen.

Andere Autoren plädieren ebenfalls für einen Verlauf der afferenten Neurofibrillen der genannten Kehlkopfmuskeln mit dem inneren Ast des N.laryngeus superior. Schon von E x n e r wurde festgestellt, daß die Degeneration der Verengerer und des Erweiterers der Stimmritze nach Durchschneidung des cranialen Larynxnerven anderer Art ist als nach Läsion des N.recurrrens. Es handelt sich dabei um eine Inaktivitätsatrophie (E x n e r , G r o s s m a n n) infolge Ausfalls der Sensomotilität. K n e c h t behauptet: der R.internus nervi laryngei superioris sei in geringem Maße in der Lage, Einfluß auf die Position paretischer Stimmlippen zu nehmen, obwohl dafür hauptsächlich der untere Kehlkopfnerve verantwortlich ist. K n e c h t blockierte den R.internus und beobachtete als Folge eine geringe Erweiterung der gelähmten Glottis. Er zieht daraus den Schluß: dieser innere Ast besitzt mit seinen propriozeptiven Fasern

große Bedeutung für die Motilität der Stimmlippen. Auch P e r n k o p f spricht sich dafür aus, daß eine sensible Innervation der inneren Kehlkopfmuskeln vom N.laryngeus superior erfolgt. W i l l i a m s , F a b b i und M ü n d n i c h erhärten diese These, indem sie eine motorische Komponente für den R.internus als nicht existent bezeichnen. Die beiden ersteren konnten bei elektrischer Reizung des oberen Kehlkopfnerven keine Kontraktion der inneren Muskeln beobachten. M ü n d n i c h sah sphincterartigen Verschuß des Larynx auf Grund von Reflexen. Nachdem er diese durch tiefe Narkose ausgeschaltet hatte, blieb die Kontraktion auf Reizung hin aus.

Demgegenüber schreiben V o g e l sowie T o m a s c h und B r i t t o n dem inneren Ast des oberen Kehlkopfnerven motorische Fasern zu. V o g e l hat im R.internus bei makroskopischen und mikroskopischen Studien motorische Anteile für den M.arytaenoideus gefunden und gleichzeitig motorische Endplatten dieser Nerven im dorsalen Stimmritzenverengerer festgestellt. T o m a s c h und B r i t t o n ermittelten durch Faseranalyse an Hand der Dicke der einzelnen Nervenfibrillen deren sensiblen, motorischen oder gemischten Charakter. Bei der Untersuchung eines einzigen Präparates besorgte der linke N.recurrens die motorische Innervation der Kehlkopfmuskeln links. Der rechte N.recurrens war rein sensibel. Die motorische Nervenversorgung der rechten Kehlkopfhälfte erfolgte auf die Art, daß die motorischen

Fasern vom R.internus des N.laryngeus superior über die Ansa Galeni zum caudalen N.laryngeus derselben Seite, gelangten.

Über die qualitative Zusammensetzung des N.laryngeus inferior besteht keine Einigkeit. Seine motorische Komponente wird von niemandem, außer, wie schon erwähnt, in einem Fall von T o m a s c h und B r i t t o n , bestritten. E l z e und H o f e r schreiben dem Nerven auch sensible Anteile zu. E l z e hält es für möglich, daß ein Teil der sensiblen Fasern für die Stimm- lippe und die Schleimhaut caudal von ihr aus dem unteren N.laryngeus entspringt und zwar aus dessen Ästchen zum M.arytaenoideus. Nach H o f e r ist die sensible Innervation des ganzen Stimmapparates netzförmig. Infolgedessen reicht nicht nur der obere Kehlkopfnerf über die Glottis in den Kehlkopfunterstock hinab, sondern umgekehrt auch der N.recurrens über die Stimmritze nach oben. Dagegen führt L u l l i e s das Tierexperiment an. Bei Hund und Ziege gelangen die sensiblen Fasern über den R.communicans vom oberen zum unteren Kehlkopfnerven. Bei Kaninchen und Katze soll der ganze caudale N.laryngeus sensible Fasern enthalten. Wie die Dinge aber beim Menschen liegen, schreibt L u l l i e s , sei nicht näher bekannt. Ebensowenig wissen wir, um welche Arten von afferenten Fasern es sich handle (nach v o n S k r a m l i k) .

Außer der Ansa Galeni gibt es noch andere Anastomosen zwischen dem R.internus nervi laryngei superioris und dem unteren Kehlkopfnerven. Eine Faseranalyse dieser Verbindungen wird zweifellos durch den Umstand erschwert, daß man die qualitative Zusammensetzung der Nerven, zwischen denen sich die Rr.communicantes erstrecken, nicht genau kennt. C l a r a meint, sensible Fasern würden über die Ansa Galeni in cranio - caudaler Richtung vom N.laryngeus superior zum N.laryngeus inferior und von dort zur Schleimhaut der Trachea gelangen. L u s c h k a erkannte bei Durchschneideversuchen am Hund, daß im R.communicans nur sensible Anteile und zwar vom oberen zum unteren Kehlkopfnerven verlaufen und nicht umgekehrt. Dieser Meinung sind auch H e n l e , R ü d i n g e r und andere. L e m e r e spricht sich klar für sensible Fibrillen in der Galenschen Anastomose aus. Er sagt: "Reiz- und Durchschneidungsversuche verneinen eine Bedeutung dieser Verbindung für die motorische Innervation der Kehlkopfmuskeln." Die Neuriten ziehen nur von oben nach unten. L e m e r e glaubt, neben sensiblen auch praeganglionäre parasymphatische Fasern gefunden zu haben, was durchaus nicht abwegig wäre, da beide Nn.laryngei parasymphatische Anteile führen. Ähnlich wie L u l l i e s ziehen W i n c k l e r und M ü n d n i c h die Möglichkeit in Betracht, daß der N.laryngeus inferior über den R.anastomoticus sensible Fasern erhält, die für die propriozeptive Muskelsensibilität der inneren Kehlkopfmuskeln von Bedeutung sind. Schließ-

lich konnte auch H o f f m a n n in der von ihm beschriebenen Anastomosis anterior sensible Qualitäten nachweisen. Er ist sich aber, im Gegensatz zu allen bisher geäußerten Ansichten, nicht über ihren Verlauf schlüssig, weil seiner Meinung nach nicht entschieden werden kann, ob die Fibrillen vom N.laryngeus superior oder vom N.laryngeus inferior stammen. Wegen der Anastomosen zwischen den Kehlkopfnerven wäre es nach P e r n k o p f erlaubt, anzunehmen, daß eine strenge Scheidung zwischen motorischer und sensibler Innervation der Larynxmuskeln nicht besteht. Danach müßten in den Rr.communicantes Fibrillen beider Qualitäten laufen.

Die hier aufgezeichneten Forschungsergebnisse und die damit verbundenen Theorien über die Nervenversorgung des Kehlkopfes widersprechen einem starren Schema für die Larynxinnervation. Die Variabilität der Kehlkopfnerven ist so verschieden, daß man Untersuchungen, bei denen von der scheinbaren Regel abweichende Resultate herauskommen wie etwa bei T o m a s c h und B r i t t o n , durch aus akzeptieren muß, weil es sich um eine Ausnahme handeln kann. Ob man aber aus der Dicke von Nervenfasern auf die Funktion schließen kann, bleibt dahingestellt.

Inwieweit können nun unsere Ergebnisse mit den bisherigen Untersuchungen in Einklang gebracht werden? Den Angaben R ü d i n g e r s entsprechend, wurden von uns feine

Nervenästchen für die *Articulatio cricothyreoidea* gefunden. Während der Autor annimmt, es handele sich um sensible Fäden des *N.laryngeus inferior*, möchten wir nicht festlegen, aus welchem der beiden Kehlkopfnerve die Gelenkäste entspringen. Wie die Präparation zeigt, geht zwar der Großteil der *Rr.articulares* aus dem *R.anterior* oder dem *R.posterior* des caudalen *N.laryngeus* hervor, und demnach könnte die Gelenkinnervation dem *N.recurrrens* zugesprochen werden. Es besteht jedoch auch die Annahme nicht zu unrecht, daß die sensiblen Zweige für das Gelenk vom *N.laryngeus superior* über die *Ansa Galeni* kommen, zumal sowohl der *R.posterior* als auch der *R.anterior* nicht selten selbständig über eine *Anastomosis posterior* bzw. eine *Anastomosis anterior* mit dem oberen Kehlkopfnerve zusammenhängen. Bei den Gelenknerve, die aus der *Anastomosis perforans* ihren Ursprung nehmen, kann ohnehin nicht entschieden werden, ob sie vom *N.laryngeus inferior* oder vom *R.externus nervi laryngei superioris* stammen.

Der *M.cricothyreoideus* wird vom äußeren Ast des cranialen Kehlkopfnerve versorgt. Wir konnten in 9 von 50 Fällen eine zusätzliche kollaterale Innervation dieses Muskels aus dem *R.anterior* des unteren *N.laryngeus* darstellen. Es erhebt sich die Frage, welche Fasern der unterflächig in den äußeren Stimmbandspanner eintretende Nerv, von uns *R.cricothyreoideus* genannt, führt, sensible, motorische oder gemischte. Eines läßt sich vorweg mit Sicherheit sagen: da

in einem Fall die Innervation für das Gelenk von ihm ausgehend, schließen wir daraus, daß er auch sensible Nervenfasern führen kann.

Der R.cricothyreoideus entspringt aus dem N.laryngeus inferior, also letztlich aus dem N.recurrens. Daher ist es naheliegend, ihm eine motorische Komponente zuzuschreiben. Das läßt sich zunächst nicht ohne weiteres mit dem Schema über die phylogenetische Ableitung der Kehlkopfmuskeln in Einklang bringen. Danach entsteht der M.cricothyreoideus im Gegensatz zu den übrigen Muskeln des Stimmapparates aus einem ursprünglichen Sphincter externus, der vom N.laryngeus superior versorgt wird. M a y e t weist aber auf eine wenig beachtete innere Schicht an diesem Muskel hin, die besonders enge topographische Beziehungen zu den übrigen Larynxmuskeln hat, welche sich aus einem inneren Sphincter entwickeln. Weil nach P o i r i e r und C h a r p y der äußere Stimmbandspanner manchmal mit den inneren Muskeln verbunden sein kann, erscheint M a y e t die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, daß sich die inneren Fasern des M.cricothyreoideus aus dem Sphincter internus bilden können. Wenn das so ist, besteht die Annahme einer zusätzlichen motorischen Innervation für diesen Muskel zurecht. Wir glauben, diese These durch eine Beobachtung untermauern zu können. Bei fast allen der oben angeführten 9 Präparate mit Zusatzbenervung war die tiefe Schicht des Muskels besonders gut ausgebildet. Da diese aber präparatorisch nur unvollkommen

von der äußeren Muskelschicht getrennt werden kann, läßt sich nicht sagen, ob die Zusatzinnervation des M.cricothyreoides nur dessen innere Schicht betrifft. Es kann nicht ausgeschlossen werden, daß die äußere Schicht ebenfalls durch den R.cricothyreoides versorgt wird. Elektrophysiologische Untersuchungen von C a m p b e l l und M u r t a g h unterstützen die Vermutung einer motorischen Doppelinnervation des äußeren Stimmbandspanners. Der Muskel zeigte auf Reizung des gleichseitigen N.recurrens eine Reaktion. Die Ergebnisse wurden im Tierexperiment an Ziegen gewonnen. Das schränkt ihre Gültigkeit für den Menschen leider erheblich ein.

Gegen eine motorische Innervation des M.cricothyreoides aus dem N.laryngeus inferior scheint zu sprechen, daß L u l l i e s und J e s c h e k nach Durchtrennung des N.recurrens eine Lähmung sämtlicher Kehlkopfmuskeln mit Ausnahme des äußeren Stimmbandspanners sahen. Dem wird entgegengehalten, daß es sich bei den betreffenden Experimenten um Fälle gehandelt haben kann, bei denen keine Zusatzbener-
vung des Muskels vorkam. Selbst wenn eine solche aber vorhanden gewesen sein sollte, mußte sich ihr Ausfall nicht unbedingt funktionell bemerkbar machen, da der Muskel dann immer noch ausreichend vom R.externus des oberen N.laryngeus versorgt wurde.

Eine Möglichkeit muß noch in Erwägung gezogen werden. Der R.cricothyreoides könnte sich aus propriozeptiven

Fasern zusammensetzen. Sie könnten über die Ansa Galeni oder die Anastomosis anterior vom R.internus nervi laryngei superioris in den R.anterior und von dort zur Hinterfläche des äußeren Stimmbandspanners gelangen. Dieser wird jedoch auf direktem Weg vom R.externus des oberen Kehlkopfnerve versorgt und es ist darum schlecht einzusehen, warum die Sensomotilität über den Umweg einer Anastomose zustande kommen sollte. Da aber, wie wir gesehen haben, bei der Innervation des Kehlkopfes das Außergewöhnliche immer wieder vorkommt, muß man an die erwähnte Möglichkeit denken. Abschließend sei festgestellt: morphologisch kann von uns nicht entschieden werden, ob der R.cricothyreoideus ein sensibler, ein motorischer oder ein gemischter Nerv ist.

Präparatorisch lassen sich die Faserarten in der Anastomosis perforans nicht restlos erforschen. Der R.anastomoticus entsendet aber bisweilen Zweige zur Articulatio cricothyreoidea, in zwei Fällen feine Ästchen zur Trachea und einmal eine Schleimhautversorgung zum ventralen Teil des subglottischen Raumes. Daraus entnehmen wir, daß die Anastomosis perforans sensible Fibrillen führen kann. Es ist aber nicht möglich zu sagen, ob diese aus dem R.externus nervi laryngei superioris oder aus dem N.laryngeus inferior dem R.communicans beigegeben werden. Mit großer Wahrscheinlichkeit wird angenommen, daß die sensiblen Fasern für die Mucosa der Membrana laryngis elastica aus dem R.externus des oberen Kehlkopfnerve stammen. Reizversuche haben das

bestätigt. Bei einer Blockade des R.internus des N.laryngeus superior konnte ventral im subglottischen Raume noch Reflexhusten ausgelöst werden. Nach zusätzlicher Ausschaltung des R.externus war es nicht mehr möglich.

Der sensible Ast zum Kehlkopfunterstock ließ sich zwar nur an 8 Präparaten isoliert darstellen, wir vermuten aber ein häufigeres Vorkommen desselben. Er müßte dann vom R.externus über die Anastomosis perforans dem R.anterior des caudalen N.laryngeus zugeführt werden, mit dessen Zweigen er zur Schleimhaut des Conus elasticus gelangen könnte.

Die aus dem R.communicans zum subglottischen Raum ziehenden Nerven geben an die seitlichen Stimmritzenverengerer Rr.musculares ab. L u s c h k a und L e m e r e behaupten, die Muskeln würden von diesen Nerven nur durchbohrt. Wir konnten aber eindeutig an die Muskelfasern herantretende feine Nervenästchen darstellen. Die Frage nach deren Qualität muß unbeantwortet bleiben. Es könnte sich um propriozeptive Neuriten handeln, die über die Anastomosis perforans und den R.externus des oberen Kehlkopfnerven zu übergeordneten Zentren laufen. Es muß aber auch die Möglichkeit einer motorischen Innervation der betreffenden Muskeln erwogen werden. Für propriozeptive und gegen motorische Fasern sprechen Experimente M ü n d n i c h s . Bei Reizung des R.externus nervi laryngei superioris konnte er keine Reaktion der inneren Muskeln beobachten.

Fast immer gibt die Anastomosis perforans Äste an den *M.cricothyreoideus* ab. Es darf angenommen werden, daß es sich meistens um *Rr.musculares* aus dem *R.externus* des oberen *N.laryngeus* handelt.

Wir haben Fälle beschrieben, bei denen sich der vom *N.laryngeus inferior* entspringende starkkalibrige Teil der Anastomose pinselförmig in der inneren Schicht des Muskels verzweigt, während nur ein feines Ästchen zur Anastomosenbildung beiträgt. An anderen Präparaten wird manchmal eine Gabelung des vom caudalen Kehlkopfnerven ausgehenden Teils des *R.anastomoticus* beobachtet. Ein Zweig verbindet sich mit dem *R.externus*, der andere innerviert den *M.cricothyreoideus*. Diese morphologischen Gegebenheiten können vielleicht ein Hinweis darauf sein, daß eine zusätzliche motorische Innervation des äußeren Stimmbandspanners, sofern es eine gibt, nicht nur durch den *R.cricothyreoideus* erfolgt, sondern auch in Verbindung mit der Anastomosis perforans vorkommen kann. Eine Doppelinnervation des Muskels würde dann wesentlich öfter auftreten, als man zunächst annehmen durfte.

Abschließend läßt sich sagen: Man darf bei den Kehlkopfnerven, deren Zusammensetzung umstritten ist, nicht erwarten, mit makroskopischen Untersuchungen eine Beseitigung der Unklarheiten zu erreichen. Das ist auch nicht der Sinn von Arbeiten dieser Art. Vielmehr sollen durch morphologische

Erkenntnisse Grundlagen für physiologische und klinische Forschungen gelegt werden. Es erscheint jedoch fraglich, ob man jemals zu exakten Resultaten gelangen wird, denn Durchschneideversuche sind am Menschen selten möglich, und die elektrische Reizung der Nerven gestaltet sich wegen ihrer großen Variabilität und der Schwierigkeiten, sie am Lebenden freizupräparieren, nicht einfach.

Zusammenfassung:

An 50 in Formol fixierten Kehlkopfhälften von Erwachsenen beiderlei Geschlechts wurden die nervöse Versorgung der Articulatio cricothyreoidea, die Äste des N.laryngeus inferior zum M.cricothyreoideus, die Anastomosen zwischen dem R.externus des N.laryngeus superior und dem N.laryngeus inferior durch den äußeren Spannungsmuskel und die Nerven, die von diesen Anastomosen ausgehen, untersucht.

An 35 Präparaten konnte eine Innervation für die Articulatio cricothyreoidea dargestellt werden. Ob die Benervung des Gelenkes aus dem oberen oder unteren N.laryngeus erfolgt, kann nicht entschieden werden.

Ein aus dem R.anterior des caudalen Kehlkopfnerven entspringender R. c r i c o t h y r e o i d e u s tritt 9mal unterflächlich in den äußeren Stimmbandspanner ein. Da er in einem Fall einen feinen Zweig zum Cricothyreoidgelenk entsandte, schließen wir daraus, daß er auch sensible Fasern führen kann.

Eine von der Kehlkopfaußenfläche zum Innenraum des Larynx ziehende A n a s t o m o s i s p e r f o r a n s zwischen dem R.externus des oberen Kehlkopfnerven und dem N.laryngeus inferior kommt an 37 Präparaten vor. Sie kann ebenfalls sensible Fasern führen, die sie zur Articulatio cricothyreoidea, zur Trachea oder zur ventralen Schleimhaut des subglottischen Raumes abgibt.

Schrifttum:

- CAMPBELL, C. J. and J. A. MURTAGH: Electric manifestations of the recurrent nerve. Ann. of Otol. 65, 747 - 758 (1956).
- CLARA, M.: Das Nervensystem des Menschen, S. 387, Barth, Leipzig, 1942.
- ELZE, C.: Anatomie des Kehlkopfes und des Tracheobronchialbaumes, in: DENKER-KAHLERS Handbuch der Hals- Nasen- Ohrenheilkunde, Bd. I, S. 254. Springer-Bergmann, Berlin - München 1925.
- EXNER, S.: Bemerkungen über die Innervation des M. cricothyreoideus. Pflügers Arch. 43, 22 - 25 (1888).
- Ein physiologisches Paradoxon, betreffend der Innervation des Kehlkopfes. Zbl. Physiol. 3, 115 - 118 (1889).
- Über Sensomobilität. Pflügers Arch. 48, 592 - 613 (1891).
- Zur Kenntnis der Innervation des Kehlkopfes. Zbl. Physiol. 2, 629 - 633 (1888).
- Zur Kenntnis des N. laryngeus superior des Pferdes. Zbl. Physiol. 5, 589 - 592 (1891).
- GISEL, A. und H. PICHLER: Anatomische Untersuchungen zur Topographie der Kehlkopfnerven. Arch. Ohr - usw. Heilk. und Z. Hals- usw. Heilk. 169, 221 - 227 (1956).
- HENLE, J.: Handbuch der systematischen Anatomie des Menschen, Bd. III/2, S. 441. Braunschweig 1871.
- HOFER, G. und J. JESCHEK: Die Lähmung des N. recurrens beim Menschen. Z. Hals- usw. Heilk. 45, 401 - 417 (1940).
- Zur sensiblen Innervation des menschlichen Kehlkopfes. Monatsschr. Ohrenheilk. u. Laryngo-Rhinologie 63, 1277 - 1292 (1929).
- HOFFMANN, K.: Variationen der Ansa Galeni beim Menschen. Morphol. Jahrb. 101, 221 - 235 (1960).
- JESCHEK, J.: Theorie und Klinik der Stimmbandlähmung. Arch. Ohr- usw. Heilk. u. Z. Hals- usw. Heilk. 162, 237 - 268 (1952/53).

KNECHT, B.: Rückschlüsse bei glottiserweiternden Maßnahmen auf Stimmbandlähmungstheorien. Arch. Ohr- usw. Heilk. u. Z. Hals- usw. Heilk. 169, 236 - 241 (1956).

LANZ, T. VON und W. WACHSMUTH: Praktische Anatomie, Bd. I/2, Hals. Springer, Berlin 1955.

LEMERE, F.: Innervation of the larynx. Anat. Record 54, 389 - 407 (1932).

---Innervation of the larynx. American J. of Anat. 51, 417 - 438 (1932).

LUCHSINGER, R.: Die periphere isolierte Lähmung des N. laryngeus superior. Arch. Ohr - usw. Heilk. 151, 393 - 400 (1942).

LULLIES, H.: Physiologie der Stimme und Sprache, in: RANKE, O. F. und H. LULLIES; Gehör, Stimme, Sprache, S. 177. Springer, Berlin 1953.

LUSCHKA, H. VON: Der Kehlkopf des Menschen, S. 157. Tübingen 1871.

MAYET, A.: Zur Innervation des M. cricothyreoideus. Anat. Anz. 103, 340 - 343 (1956).

MÜNDNICH, K.: Anatomische und histologische Untersuchungen und Experimente zur Physiologie und Pathologie des menschlichen Kehlkopfes. Arch. Ohr - usw. Heilk. u. Z. Hals- usw. Heilk. 169, 190 - 196 (1956).

---Neuere Forschungsergebnisse über die Anatomie und die Physiologie der Kehlkopfnerven des Menschen und ihre Bedeutung für die Klinik. Klin. Wschr. 35, 802 - 808 (1957).

PERNKOPF, E.: Topographische Anatomie des Menschen, Bd. III, Hals, S. 325. Urban und Schwarzenberg, Wien und Innsbruck 1952.

POIRIER, P. et A. CHARPY: Traité a' Anatomie humaine, Bd. IV/1-2, S. 442. Masson, Paris 1901.

QUAIN: Elements of Anatomy, Bd. III/1, S. 44. New York, Bombay u. Calcutta 1909.

RÜDINGER, N.: Die Anatomie der menschlichen Gehirnnerven, S. 56. J. G. Cotta, München 1868.

TOMASCH, J. und W. A. BRITTON: A fibre- analysis of the laryngeal nerve- supply in man. Acta anat. 23, 386 - 398 (1955).

VOGEL, P. H.: The innervation of the larynx of man and dog. American J. of Anat. 90, 427 - 440 (1952).

WILLIAMS, A. F.: The nerve supply of the laryngeal muscles. J. Laryng. and Otol. 65, 5 - 20 (1951).

WINCKLER, G.: Remarques sur l'innervation motrice et sensitive des muscles du larynx. C. R. Assoc. Anat. No. 55, 424 - 435 (1949).

L e b e n s l a u f

20. 12. 1935 geboren in Lauban/Schlesien als Sohn des Betriebsleiters Bernhard Seidel und seiner Ehefrau Leonie, geb. Samper.
- 1942 - 1945 Besuch der Volksschule in Lauban.
1944 stirbt meine Mutter. 1945 flüchten wir nach Westen.
- 1946 - 1948 Besuch der Staatl. Grundschule in Neustadt a. d. Orla in Thüringen. Ich kann eine Klasse überspringen.
- 1948 - 1950 Besuch der Grundschule in Heiligenstadt/Eichsfeld. Ich wohne während dieser Zeit und weiter bis 1954 im Bischöflichen Knabenkonvikt in Heiligenstadt.
- 1950 Abschluß der Grundschule mit der Note "ausgezeichnet".
- 1950 - 1954 Besuch der Staatl. Oberschule Heiligenstadt. Reifeprüfung im Juni 1954 mit der Note "gut".
- 1954 Übersiedlung aus der Ostzone in die Bundesrepublik nach Würzburg. Dort studiere ich zwei Semester Medizin.
- 1955 Fortsetzung des Studiums in München.
- 1956 Unterbrechung des Studiums.
- 1958 heirate ich Karolina Schöffler aus München.
- 1959 Physikum in München mit der Note "gut".
Geburt meines Sohnes Norbert.
- 1961 Geburt meiner Tochter Eva Maria.
- 1963 am 9. Mai bestehe ich mein Staatsexamen mit der Note "gut".
- Mai - August
1963 Tätigkeit als Medizinalassistent in einer Privatfrauenklinik in Starnberg. Seit September Tätigkeit als Medizinalassistent im Krankenhaus Oberföhring.

Peter Seidel

